

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-281403

(43)公開日 平成5年(1993)10月29日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 5/02

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 9224-2K

審査請求 未請求 請求項の数4(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平4-105769

(22)出願日 平成4年(1992)3月31日

(71)出願人 000229117

日本ゼオン株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 安野 博朋

神奈川県横浜市戸塚区名瀬町70-17-626

(72)発明者 中島 修

埼玉県浦和市常盤9-1-1

(74)代理人 弁理士 内山 充

(54)【発明の名称】 光拡散シート及びその製造方法

(57)【要約】

【構成】厚さ1mmにおける光透過率70%以上の透明樹脂に、平均粒子径が1～30 $\mu$ mの単独気泡を含有させた透明樹脂膜から成る光拡散シート、及び抽出可能物質を含有する透明樹脂膜を形成させたのち、該抽出可能物質を透明樹脂に不活性な溶剤を用いて抽出することにより、前記光拡散シートを製造する方法。

【効果】従来の光拡散板よりはるかに薄く、かつ光拡散性能に優れたシートであり、本発明方法によると簡単な操作で容易に前記光拡散フィルムを製造することができる。

### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 厚さ1mmにおける光透過率70%以上の透明樹脂に、平均粒子径が1～30 $\mu$ mの単独気泡を含有させた透明樹脂膜から成る光拡散シート。

【請求項2】 厚さ5～150 $\mu$ mである請求項1記載の光拡散シート。

【請求項3】 透明樹脂膜を透明基体表面に設けた複合構造に形成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の光拡散シート。

【請求項4】 抽出可能物質を含有する透明樹脂膜を形成させたもの、該抽出物質を透明樹脂に不活性な溶剤を用いて抽出することを特徴とする請求項1、2又は3記載の光拡散シートの製造方法。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は新規な光拡散シート及びその製造方法に関するものである。さらに詳しく言えば、本発明は、光源からの光を拡散透過させることによって均一な輝度面を得るのに用いられる光拡散板などとして好適な光拡散シート及びこのものを効率よく製造する方法に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】 光拡散板は光源からの光を拡散透過させることによって、均一な輝度面を与える性質を有することから、従来より一般照明装置に使用されてきたが、液晶表示装置や複写機などに多用されている。この光拡散板は要求される性能としては、光線をできるだけ直進させることなく散乱させて平行光線の透過を防ぎ、しかもできるだけ高い光透過率を有することを挙げることから、光線が散乱されれば、光線が媒体中を通過する距離が長くなり、媒体による光線の損失が大きくなるので、この二つの要求性能はたかには矛盾するものである。したがって、光線の散乱度合いを平行光線透過率で表すならば、光拡散性能は一定の平行光線透過率で、とれは高い全光線透過率を有するかによって比較することからできる。従来、単に光拡散性を有するというだけのポリカボネート又はポリメチルメタクリレート（特開平2-46401号公報）及び発泡ポリメチルメタクリレートやゼオライト系多孔質剤を含むポリメチルメタクリレート（特開平2-7002号公報）などが知られている。また、微細気泡を有する石英ガラスから成る光拡散板が開示されており（特開昭61-126502号公報）、さらには分解性の有機金属化合物を含むヒドロキノンピロリジン系ポリマーを加熱することにより形成された表面の凹凸によって、光散乱性を付与したシートも知られている（特開昭57-198401号公報）。

しかしながら、このような系では、通常低い平行光線透過率と高い全光線透過率を両立させることは困難である。そこで、光拡散板としては、現在、連続層である樹脂に、樹脂と屈折率の極めて近い（屈折率の差が0.1以下）有機又は無機の充填剤や繊維を分散させたものが多用されている。しかしながら、この場合、光拡散板の厚さを1～4mm程度にしないと良好な光拡散性能を得ることができないという問題が生じる。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、このような事情のもとで厚さの薄いもので一定の平行光線透過率で、高い全光線透過率を有するなど、優れた光拡散性能を有する光拡散シート及びこのものを簡単な操作により効率よく製造する方法を提供することを目的となされたものである。

#### 【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、前記目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、微細な単独気泡を含有する透明樹脂膜または該樹脂膜を表面に設けた透明シート等が、従来の光拡散板より厚さが薄く、しかも樹脂の屈折率が通常1.49～1.60であるのに対し、気泡の屈折率が1.0であるにもかかわらず、予想外にも従来の厚さ1～4mmの光拡散板より優れた性能を有すること、及びこのものは抽出可能物質を含有する透明樹脂層を透明シート等表面に設け、該抽出可能物質を適当な溶剤を用いて抽出することにより容易に得られることを見出し、この知見に基づいて本発明を完成するに至った。すなわち、本発明は、厚さ1mmにおける光透過率70%以上の透明樹脂に、平均粒子径が1～30 $\mu$ mの単独気泡を含有させた透明樹脂膜から成る光拡散シートを提供するものである。また、本発明に従えば、前記光拡散シートは、抽出可能物質を含有する透明樹脂膜を形成させたもの、該抽出物質を透明樹脂に不活性な溶剤を用いて抽出することにより、製造することからできる。以下、本発明を詳細に説明する。

#### 【0005】

光拡散板の一般的な用途においては、肉眼で見た場合のシート均質性が求められるとともに、気泡の粒径が大きいと光散乱性と光透過率とのバランスがとれないので気泡の平均粒径が30 $\mu$ mを超えるのは好ましくない。一方気泡の平均粒径を1 $\mu$ m未満にするのは実際上困難であり、もし可能であっても透過率が着色するので好ましくない。さらに、気泡の形状は球状の単独気泡であることが望ましく、連続又は不定型の場合は光拡散性と光透過率とのバランスをとるのが困難である。また、気泡を含有する樹脂膜の厚さは、5～150 $\mu$ mが好ましい。5 $\mu$ m以下では十分な光拡散性が得られ難く、150 $\mu$ m以上では、光透過性と光拡散性を両立させるのが困難となるからである。本発明において好適に用いられる厚さ1mmにおける光透過率70%以上の透明樹脂としては、例えばポリカーボネート、ポリメチルメ

タクリレート、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、あるいはポリプロピレン、ポリエチレン、ポリメチルメタクリレートなどのポリオレフィン樹脂で透明なもの、さらにはメチルメタクリレートと各種アルキルアクリレートとの共重合体、塩化ビニルと酢酸ビニルとの共重合体、スチレンとアクリロニトリルとの共重合体、塩化ビニリデンとアクリロニトリルとの共重合体、スチレンとブタジエンとのブロック共重合体、スチレンとイソプレンとのブロック共重合体などの熱可塑性樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂などの熱硬化性樹脂、ポリブタジエン、スチレン-ブタジエン共重合体、エチレン-プロピレン共重合体などのゴム状重合体などが挙げられる。

これらの樹脂は1種用いてもよいし、2種以上を組み合わせて用いてもよい。また厚さ1mmでの光透過率が70%以下の場合には気泡による光線透過率が低くなり、ひいては光散乱性と光透過率とのバランスを欠し、本発明の目的にそわない。

【0006】また、本発明において用いられる抽出可能物質としては、水または温水を用いて抽出する場合には、例えばエチレングリコール、プロピレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノメチルエーテル、グリセリン、1,2-タクロリリン、ブタジエン、ペンタエリスリトール、ヘキソトール、グリントールなどの水溶性アルコール、マレイン酸やコハク酸などの水溶性有機酸などが挙げられ、これらは1種用いてもよいし、2種以上を組み合わせて用いてもよい。また、水や酸性又はアルカリ性水溶液で抽出する場合には、例えば炭酸カルシウム、酸化カルシウム、塩化ナトリウムなどの無機塩類が挙げられ、これらは1種用いてもよいし、2種以上を組み合わせて用いてもよい。さらに、抽出可能物質としてケンゾウを用い、水で抽出するか、公知の方法により生分解させてもよい。一方、前記の水溶性溶剤以外に、該透明樹脂に不活性で、かつ抽出可能物質を溶解する有機溶剤を用いて抽出することもできる。例えばポリエチレン樹脂中にワックスを分散させ、このワックスをメタノールを用いて抽出することもできる。

【0007】また、該抽出可能物質は、透明樹脂100重量部に対して0.3～30重量部の割合で用いられる。この量が0.3重量部未満では得られるシートは光散乱性が十分でないし、30重量部を超えると光線透過率が低くなりすぎ、好ましくない。本発明の光拡散シートは次のようにして製造することができる。すなわち、適当な溶媒中に前記透明樹脂と抽出可能物質を添加して均質な塗布液を調製したのち、厚さ50～200 $\mu$ m程度の透明基体の表面に前記塗布液を塗布、乾燥して厚さ5～150 $\mu$ m程度の透明樹脂層を設けたのち、該透明樹脂に対して不活性な溶剤を用いて樹脂層中の抽出可能

物質を抽出することにより、製造することができる。該透明基体については特に制限はなく、液晶表示装置あるいは一般照明装置に使用されているガラス板や他の機能性膜、シート、板、成形物等が使用できる。なお、透明樹脂層は乾燥後、透明基体より剥離して、透明樹脂膜からなる光拡散シートとして用いることができ、さらに透明基体と積層したままに光拡散複合シートとして用いることができる。このようにして得られた本発明の光拡散シートは、従来の光拡散板よりはるかに薄く、かつ軽量である上、光線の波長による透過率の差が小さく、色彩の再現性が良好であり、かつ平行光線透過率を同一とした場合、従来のものより光透過率が高いなどの優れた特徴を有している。

#### 【0008】

【実施例】次に実施例により本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの例によってなんら限定されるものではない。

##### 実施例1

メチルエチルケトン40gに、塩化ビニル-酢酸ビニル共重合体〔日本ゼオン(株)製、400・150J〕10gとエチレングリコール0.1gとを溶解して塗布液を調製したのち、これを厚さ100 $\mu$ mの透明ポリエスチレンフィルム上に塗布、乾燥して厚さ30 $\mu$ mの樹脂膜を形成させた。次に、このフィルムを80℃の熱水中に45分間浸せきしてから取り出し、乾燥して厚さ130 $\mu$ mの光拡散複合シートを得、その光学的性質を求めた。結果を第1表に示す。この場合において、透明樹脂膜の厚さ1mmでの光透過率が75%であり、粒径は2～8 $\mu$ mの範囲の単独気泡であった。また、100 $\mu$ mの透明ポリエスチレンフィルムの光透過率は92%であった。なお、全光線透過率及び平行光線透過率は直読・ハイコンヒューター〔マカ試験機(株)製〕にて測定した。

##### 実施例2

アセトン20gとトルエン20gとの混合溶媒中に、ポリメチルメタクリレート〔住友化学(株)製、スミハックSBLG〕10gとマレイン酸0.2gとを溶解して塗布液を調製したのち、これを厚さ100 $\mu$ mの透明ポリエスチレンフィルム上に塗布、乾燥して厚さ40 $\mu$ mの樹脂層を形成させた。次に、このフィルムを70℃の熱水中に30分間浸せきしてから取り出し、乾燥して厚さ140 $\mu$ mの光拡散複合シートを得、その光学的性質を実施例1と同様にして求めた。結果を第1表に示す。なお、本実施例における透明樹脂膜の厚さ1mmでの光透過率は91%であり、粒径は2～6 $\mu$ mの範囲の単独気泡であった。

#### 【0009】比較例1

厚さ2mmの市販のポリカーボネート板、厚さ1mmのハイセックスミリアンター（分子量100万のポリエチレンシート）及び厚さ100 $\mu$ mのレーンX4シート（ケイ素系バインダーを含むポリエチレンテレフタレー

ト)の光学的性質を求めた。その結果を第1表に示す

【表1】

【0010】

第 1 表

		厚 さ	全光線透過率 T <sub>t</sub> (%)	平行光線透過率 T <sub>p</sub> (%)	T <sub>t</sub> /T <sub>p</sub>
実施例1		130 $\mu$ m	57.2	4.6	12.4
実施例2		140 $\mu$ m	61.0	4.9	12.4
比較例1	ポリカーボネート板	2mm	60.0	4.9	12.2
	ハイゼックス ミリオンシート	1mm	55.0	6.5	8.5
	トーレX42シート	100 $\mu$ m	66.0	6.3	10.5

【0011】第1表から明らかなように、本発明の光拡散シートはT<sub>t</sub>/T<sub>p</sub>がいずれも12.4で、ハイゼックスミリオンシート及びトーレX42シートのT<sub>t</sub>/T<sub>p</sub>よりはるかに大きい。またポリカーボネート板のT<sub>t</sub>/T<sub>p</sub>は本発明のものにほぼ近い値を示しているが、このものは厚さが2mmであり、本発明品に比べて著しく厚い。

【0012】

【発明の効果】本発明は、微細な単独気泡を有する透明

樹脂膜から成る光拡散シート又は透明基体の表面に前記樹脂膜を設けた光拡散複合シートからなるものであって、従来の光拡散板に比べてはるかに薄く、軽量である上、光線の波長による透過率の差が小さく、色彩の再現性が良好であり、かつ全光線透過率/平行光線透過率比が従来のものに比べて高く、優れた光拡散性能を有している。また、本発明に係るシートは簡単な操作により、前記特徴を有する光拡散シートを容易に製造することができる。

- (19) Japan Patent Office (JP)  
(12) Publication of Patent Application (A)  
(11) Publication Number of Patent Application: 281403/1993  
(43) Date of Publication of Application: October 29, 1993  
(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : G 02 B 5/02

Identification Number:

Intraoffice Reference Number: A 9224-2K

FI

Request for Examination: not made

Number of Claims: 4 OL (4 pages in total)

(21) Application Number Hei-4-105769

(22) Application Date: March 31, 1992

(71) Applicants: 000229117

Nippon Zeon Co., Ltd.

2-6-1, Marunouchi, Chiyoda-ku,

Tokyo

(72) Inventors: YASUNO Hirotomo

70-17-626, Nase-cho, Tozuka-ku,

Yokohama-shi, Kanagawa-ken

NAKAJIMA Osamu

9-1-1, Tokiwa, Urawa-shi, Saitama-ken

(74) Agent: Patent Attorney, UCHIYAMA Mitsuru

(54) Title:

LIGHT DIFFUSION SHEET AND MANUFACTURING METHOD THERE OF

(57) Abstract

[Constitution] To provide a light diffusion sheet formed by a transparent resin film containing closed cells with the mean particle diameter about 1 to 30  $\mu\text{m}$  in transparent resin whose light transmittance is 70 % or higher at a thickness of 1 mm, and a method for manufacturing the light diffusion sheet by forming a transparent resin film containing an extractable material and then extracting the extractable material with a solvent inert to the transparent resin.

[Advantage] This sheet is much thinner and has more excellent light diffusion performance as compared with the conventional light diffuser, and according to the method of the invention, the light diffusion film can be manufactured easily by simple operation.

Claims:

1. A light diffusion sheet formed by a transparent resin film sheet formed by a transparent resin film containing closed cells with the mean particle diameter about 1 to 30  $\mu\text{m}$  in transparent resin whose light transmittance is 70 % or higher at a thickness of 1 mm.

2. The light diffusion sheet according to claim 1,

wherein the thickness ranges from 5 to 150  $\mu\text{m}$ .

3. The light diffusion sheet according to claim 1 or 2, wherein the sheet has a composite structure in which a transparent resin film is provided on the surface of a transparent substrate.

4. A method for manufacturing the light diffusion sheet as claimed in claim 1, 2 or 3, wherein after the transparent resin film containing extractable material is formed, the extractable material is extracted with a solvent inert to the transparent resin.

Detailed Description of the Invention:

[0001]

[Industrial Field of Application]

This invention relates to a new light diffusion sheet and a manufacturing method for the sheet and particularly to the light diffusion sheet suitable as a light diffuser used for obtaining a uniform luminance surface by diffusing and transmitting light from a light source and the method for efficiently manufacturing the sheet.

[0002]

[Prior Art]

Since the light diffuser has the property of giving a uniform luminance surface by diffusing and transmitting light from a light source, it has been used in the general

illuminating device heretofore, and it has been largely used in a liquid crystal display device and a copying machine. As the performance required for the light diffuser, cited is to scatter the light rays without causing rectilinear propagation as much as possible for preventing transmission of parallel rays and have high transmittance of light as much as possible. When the light rays are scattered, the distance where the light rays pass through the medium becomes larger and loss of light rays due to the medium becomes larger. Therefore, these two performance requirements are incompatible with each other. Accordingly, in the case where the scattering degree of light rays are expressed by the transmittance of parallel rays, the light diffusion performance can be compared by how high the total ray transmittance of the light diffuser is at a fixed parallel ray transmittance. There have been many films or sheets merely having light diffusible performance heretofore, but in the systems of all those films and sheets, a medium contains fine dispersed matter different in refractive index from the medium, or light is irregular-reflected by the fine unevenness of the surface. As a film or sheet having light diffusible performance, known are a polyethylene sheet (JP-A-2-46401) with a molecular weight of 500,000 to 2,000,000, a foamed polyester sheet and a polyester sheet containing silicon-base mat agent (JP-A-2-7002). A light diffuser formed of quartz glass having fine cells is disclosed (JP-A-61-126502).



Further, known is a sheet to which light diffusible performance is given by the uneven surface formed by heating hydroxypropyl cellulose film containing organometal compound (JP-A-57-198401). In this type of system, however, normally it is difficult to accomplish compatibility between the low parallel ray transmittance and the high total ray transmittance. As the light diffuser, at present mostly organic or inorganic filler or fibers having a refractive index very close to that of resin (a difference in refractive index is 0.1 or smaller) are dispersed in the resin as a continuous layer. In this case, however, caused is the problem that if the thickness of the light diffuser is not about 1 to 4 mm, satisfactory light diffusible performance can't be obtained.

[0003]

[Problems that the Invention is to Solve]

The invention has been made in the light of such circumstances and it is an object of the invention to provide a light diffusion sheet having excellent light diffusible performance such as fixed parallel ray transmittance even with a thin type and high total ray transmittance, and a method for manufacturing the sheet efficiently by simple operation.

[0004]

[Means for Solving the Problems]

The inventors of the invention have repeated earnest studies for achieving the above object to find that a

transparent resin film containing fine closed cells or a transparent sheet having the resin film on the surface is thinner than the conventional light diffuser and unexpectedly has more excellent performance than the conventional light diffuser with a thickness of 1 to 4 mm, although the refractive index of the cell is 1.0 to the refractive index of resin normally ranging from 1.49 to 1.60, and that this sheet can be easily obtained by providing a transparent resin layer containing an extractable material on the surface of a transparent sheet or the like and extracting the extractable material with a suitable solvent, and completed the invention according to this knowledge. That is, the invention provides the light diffusion sheet formed by the transparent resin film containing closed cells with the mean particle diameter of 1 to 30  $\mu\text{m}$  in the transparent resin having light transmittance of 70% or higher at a thickness of 1 mm. According to the invention, the light diffusion sheet can be manufactured by forming the transparent resin film containing extractable material and then extracting the extractable material with a solvent inert to the transparent resin. The invention will now be described in detail.

[0005]

In the general use of the light diffuser, the homogeneity of the sheet is demanded in the case of seeing with the naked-eye, and when the particle diameter of the cell is large, the light

scattering performance and the light transmittance are ill balanced, so that if the mean particle diameter of the cell exceeds 30  $\mu\text{m}$ , it is not preferable. On the other hand, practically, it is difficult to set the mean particle diameter of the cell under 1  $\mu\text{m}$ , and if possible, transmitted light is colored, so it is not preferable. Further, desirably the shape of the cell is a spherical closed cell, and in the case where it is continuous or undefined, it is difficult to maintain a balance between the light diffusible performance and the light transmittance. The thickness of the resin film containing cells is preferably 5 to 150  $\mu\text{m}$ . This is because if it is equal to or smaller than 5  $\mu\text{m}$ , satisfactory light diffusible performance is hardly obtained, and if it is equal to or larger than 150  $\mu\text{m}$ , compatibility between the light transmittance and light diffusible performance is difficult. As the transparent resin having light transmittance of 70 % or higher at a thickness of 1 mm preferably used in the invention, cited are polyolefin resin, which is transparent, such as polycarbonate, poly methyl methacrylate, polyvinyl chloride, polyvinylidene chloride, polystyrene, or polypropylene, polyethylene, or poly methyl pentene-1, thermoplastic resin such as a copolymer of methyl methacrylate and various alkyl acrylate, a copolymer of vinyl chloride and vinyl acetate, a copolymer of styrene and acrylonitrile, a copolymer of vinylidene chloride and acrylonitrile, a block copolymer of styrene and butadiene, and

a block copolymer of styrene and isoprene, thermosetting resin such as epoxy resin, polyurethane resin and polyester resin, and a rubber-like polymer such as polybutadiene, styrene-butadiene copolymer and ethylene-propylene copolymer.

Among the above resin, one type of resin may be used, or two or more types may be combined and used. In the case where the light transmittance at a thickness of 1 mm is 70% or lower, the ray transmittance of cells becomes lower, and the light scattering performance and the light transmittance are ill balanced not to come up to the object of the invention.

[0006]

As the extractable material used in the invention, in the case of extraction using water or hot water, cited are water alcohol such as ethylene glycol, propylene glycol, diethylene glycol, triethylene glycol, ethylene glycol monoethyl ether, ethylene glycol monoacetate, glyceline, petaglyceline, butanediol, pentaerythritol, hexytol, and glycytol, and water soluble organic acid such as maleic acid and succinic acid, and among these, one type may be used, or two or more types may be combined and used. In the case of extraction using water or acid or alkaline aqueous solution, as the extractable material, cited are inorganic salts such as calcium carbonate, calcium oxide, and sodium chloride, and among these, one type may be used, or two or more types may be combined and used. As extractable material, starch may be used, and it may be

extracted by water or biodegraded by a publicly known method. On the other hand, in addition to the above water solvent, extraction can be accomplished with an organic solvent inactive to the transparent resin and capable of dissolving extractable material. For example, it is also possible to disperse wax in polyethylene resin and extract the wax by methanol.

[0007]

The extractable material is used in the ratio of 0.3 to 30 wt. parts to 100 wt. parts to transparent resin. If the quantity of this material is under 0.3 wt. parts, light scattering performance of the sheet is insufficient, and if it exceeds 30 wt. parts, the ray transmittance is too low that it is not satisfactory. The light diffusion sheet can be manufactured as follows. That is, the above transparent resin and extractable material are added to a suitable solvent into prepare a homogeneous coating liquid. After that, the coating liquid is applied to the surface of the transparent substrate about 50 to 200  $\mu\text{m}$  thick, and dried to provide a transparent resin layer about 5 to 150  $\mu\text{m}$  thick. Subsequently, the extractable material in the resin layer is extracted by the solvent inert to the transparent resin to manufacture the light diffusion sheet. No particular limitation is placed on the transparent substrate, but it is possible to use a glass plate, the other functional films, sheets, plates, moldings and the like used in a liquid crystal display device or the general

illuminating device. The transparent resin layer is separated from the transparent substrate after drying to be used as a light diffusion sheet formed by the transparent resin film, and further used as a light diffusion compound sheet in the state of being laminated with the transparent substrate. The thus obtained light diffusion sheet of the invention has excellent characteristics that it is much thinner and lighter than the conventional light diffusion sheet, and that it has a little difference in transmittance depending on the wavelength of light rays and good reproducibility of color, and it has a higher light transmittance than the conventional one at the same parallel ray transmittance.

[0008]

[Embodiments]

The invention will now be described further in detail by the embodiments. The invention is not limited to the embodiments.

[Embodiment 1]

10g of a vinyl chloride-vinyl acetate copolymer [manufactured by Nippon Zeon Co., Ltd., 400 x 150 J] and 0.1g of ethylene glycol are dissolved in 40g of methyl ethyl ketone to prepare a coating liquid. The coating liquid is applied on a transparent polyester film 100  $\mu\text{m}$  thick, and dried to form a resin film 30  $\mu\text{m}$  thick. Subsequently, the film is dipped in hot water of 80 °C for 45 minutes, taken out and dried to

obtain a light diffusion compound sheet 130  $\mu\text{m}$  thick and find the optical properties thereof. The results are shown in Table 1. In this case, with the transparent resin film 1mm thick, the light transmittance is 75%, and a closed cell has a particle diameter ranging from 2 to 8  $\mu\text{m}$ . The transparent polyester film 100  $\mu\text{m}$  thick has light transmittance of 92%. The total ray transmittance and parallel ray transmittance have been measured with a direct-reading haze computer [manufactured by SUGA tester Co., Ltd.].

[Embodiment 2]

10g of polymethyl methacrylate [SUMIPECKS BLG, manufactured by Sumitomo Chemical Co., Ltd.] and 0.2g of maleic acid are dissolved in a mixed solvent of 20g of acetone and 20g of toluene to prepare a coating liquid. The coating liquid is applied on a transparent polyester film 100  $\mu\text{m}$  thick, and dried to form a resin layer 40  $\mu\text{m}$  thick. Subsequently, the film is dipped in hot water of 70 °C for 30 minutes, taken out and dried to obtain a light diffusion compound sheet 140  $\mu\text{m}$  thick and find the optical properties thereof similarly to the embodiment 1. The results are shown in Table 1. In the present embodiment, with the transparent resin film 1 mm, the light transmittance is 91%, and a closed cell has a particle diameter ranging from 2 to 6  $\mu\text{m}$ .

[0009]

Comparative Example 1

The optical properties of a polycarbonate plate 2 mm thick on the market, a HYZEX Million sheet 1mm thick (a polyethylene sheet with a molecular weight of 1,000,000) and TORE X 42 sheet 100  $\mu$ m thick (polyethylene terephthalate containing a silicon base mat agent) have been obtained. The results are shown in Table 1.

[0010]

[Table 1]

TABLE 1

		Thickne ss	Total ray transmitta nce Tt (%)	Parallel ray transmitta nce Tp (%)	Tt/Tp
Embodiment 1		130 $\mu$ m	57.2	4.6	12.4
Embodiment 2		140 $\mu$ m	61.0	4.9	12.4
Comparati ve Example 1	Polycarbona te Plate	2 mm	60.0	4.9	12.2
	HYZEX Million Sheet	1 mm	55.0	6.5	8.5
	TORE X42 Sheet	100 $\mu$ m	66.0	6.3	10.5

[0011]

As clear from the Table 1, in any of the light diffusion sheets of the invention, Tt/Tp is 12.4, and it is much higher than Tt/Tp of the HYZEX Million sheet and TORE X42 sheet. Although the Tt/Tp of the polycarbonate plate is a value



substantially close to that of the invention, this plate has a thickness of 2 mm, and this is remarkably thicker than that of the invention.

[0012]

[Advantage of the Invention]

According to the invention, the light diffusion sheet is formed by the transparent resin film having fine closed cells or the above resin film is provided on the surface of the transparent substrate to form the light diffusion compound sheet, whereby the light diffusion sheet can be made much thinner and lighter as compared with the conventional light diffuser, a difference in transmittance depending on the wavelength of the rays is made smaller, the satisfactory color reproducibility is attained, and the ratio of the total ray transmittance/parallel ray transmittance is made higher than the conventional one to achieve excellent light diffusible performance. Furthermore, according to the method of the invention, the light diffusion sheet having the above characteristics can be easily manufactured by simple operation.